

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

E.A.P DE ODONTOLOGIA

**Efecto de desinfectantes cavitarios en la fuerza de
adhesión de los sistemas adhesivos a esmalte dental:**

estudio in Vitro

TESIS

para optar el título profesional de Cirujano Dentista

AUTOR

Gina Paola Salazar Lipa

ASESORES

Saúl Ilizarbe Escajadillo

Doris Salcedo Moncada

Lima – Perú

2008

JURADO DE SUSTENTACIÓN

Presidente : ***Mg. CD. Doris Salcedo Moncada***

Secretario : ***CD. Liliana Terán Casafranca***

Miembro asesor : ***CD. Saúl Ilizarbe Escajadillo***

DEDICATORIA

*A Dios por su inmenso amor,
por ser el rayito de luz
que ilumina mi camino...*

*A mis padres Luís y Fernanda
por su gran amor y apoyo constante,
quienes siempre tuvieron
una palabra de aliento
cuando la necesite.*

*A mi abuelita Esterlina,
que desde el cielo
cuida mis pasos.*

*A mi familia y amigos,
quienes siempre estuvieron
dispuestos a demostrarme
que su cariño y amistad
será para siempre.*

AGRADECIMIENTOS

A la Mg. C.D. Doris Salcedo Moncada por su apoyo y asesoría en la realización del presente trabajo de investigación.

Al Dr Saúl Ilizarbe Escajadillo por sus conocimientos impartidos y ayuda constante en la elaboración de la presente investigación.

A la Dra. Liliana Terán Casafranca por su orientación y apoyo en la realización del presente trabajo.

Al Dr. Miguel A. Saravia por su amistad, apoyo y orientación en la elaboración del presente trabajo de investigación.

A la Dra. Ana Maria Díaz por su interés y motivación para la elaboración de la presente investigación.

Al Profesor Ninan por su ayuda desinteresada y colaboración en la realización del presente trabajo.

A todos aquellos amigos quienes de alguna manera colaboraron en la realización de la presente investigación.

A mi querida universidad “Universidad Nacional Mayor de San Marcos” por acogerme en sus brazos durante mis maravillosos años de vida universitaria...

..... Gracias

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. MARCO TEÓRICO.....	10
II.1 ANTECEDENTES.....	10
II.2 BASES TEÓRICAS.....	16
II.2.1 Adhesión.....	16
II.2.1.1 Requisitos para la adhesión.....	17
II.2.1.2 Factores que afectan la adhesión.....	18
II.2.1.3 Grabado ácido.....	23
II.2.2 Adhesión en esmalte.....	24
II.2.3 Histología del esmalte.....	25
II.2.4 Sistemas adhesivos.....	25
II.2.5 Desinfectantes cavitarios.....	30
II.2.5.1 Clorhexidina.....	32
II.2.5.2 Hipoclorito de sodio al 2.5%.....	34
II.2.6 Test Mecánicos para la evaluación de sistemas adhesivos.....	35
II.2.6.1 Test de microtensión.....	36
II.2.7 Dientes de bovino.....	38
II.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	43
II.4 JUSTIFICACIÓN	43
II.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	44
II.6 HIPOTESIS.....	44
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
III.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	45
III.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	45
III.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	46
III.4 MATERIALES Y MÉTODO.....	47
3.4.1 Procedimientos Y Técnicas.....	47
3.4.2 Procesamiento y Recolección de datos.....	52
IV. RESULTADOS.....	53

V. DISCUSIÓN.....	56
VI. CONCLUSIONES.....	61
VII. RECOMENDACIONES.....	62
RESUMEN.....	63
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	65
ANEXOS.....	72

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el tratamiento restaurador de los dientes se lleva a cabo por la interacción entre el material restaurador y la estructura dentaria, mediante el uso de un sistema adhesivo, esto permite que tanto mecánica, biológica, como funcionalmente el diente y su material restaurador funcionen como una unidad. No obstante, las técnicas adhesivas con las que se cuenta hoy en día son sensibles a los procedimientos agregados en cada una de sus fases clínicas, por lo tanto, es importante conocer y manejar una serie de variables que permitan optimizar los resultados clínicos. Asimismo, el éxito en operatoria dental depende del retiro de las estructuras infectadas y del logro de una óptima integración de los materiales dentales restauradores a los tejidos dentarios. Los nuevos agentes adhesivos han aumentado la fuerza de adhesión entre la resina y las estructuras dentales; esta mejora en la adhesión ha permitido lograr un buen sellado marginal, evitando la infiltración bacteriana que podría causar la caries secundaria, la cual es uno de los motivos más frecuentes para el recambio de una restauración. (1)

La remoción incompleta de la dentina o esmalte contaminados por bacterias asociada a caries es un problema potencial en la operatoria dental. Caries residual o secundaria puede resultar de la actividad de bacterias presentes posterior a la preparación inicial, especialmente si no es obtenido un buen sellado para prevenir la microfiltración. Brannstrom (1986) indicó que las bacterias pueden multiplicarse desde el interior del barro dentinario incluso con un buen sellado que lo aísla de la cavidad oral. Esto puede ser

una fuente de toxinas bacterianas el cual puede difundirse hacia la pulpa resultando en irritación e inflamación. Incluso cuando la cavidad es completamente sellada, bacterias, especialmente el estreptococos, ha mostrado ser prevalente y resistente incluso hasta por 1 año (2,3). La caries dental puede prosperar si la microfiltración es suficiente para mantener el crecimiento de la bacteria y el avance del proceso carioso.

Un número de investigadores han propuesto métodos objetivos para diferenciar una dentina infectada de la no infectada. Anderson y Charbeneau (1989) reportaron que una solución de fucsina básica en propelinglicol al 0.5% fue suficiente para teñir la dentina cariada afectada (2,4). Sin embargo, un estudio histológico por Boston y Graver (1989), señaló que el uso de un revelador de caries no esta correlacionado exactamente con la completa remoción de la dentina infectada por bacterias. Estos investigadores encontraron que incluso después de la remoción de la dentina pigmentada con un tinte de fucsina en propelinglicol al 0.5%, 25% de los dientes aún presentaban bacterias hasta una profundidad de 2.4mm dentro de los túbulos dentinarios (2,5). El crecimiento de las bacterias por debajo de la restauración puede conducirnos a una injuria pulpar. Una posible solución para eliminar bacterias residuales dejadas en la preparación cavitaria puede ser el tratamiento con una solución desinfectante.

Así vemos que los desinfectantes más usados actualmente en la odontología restauradora son: la clorhexidina el cual es un eficaz desinfectante de las estructuras dentales, especialmente tiene acción efectiva sobre el *S. mutans* (Meiers, 1984; El Silva, 1998; entre otros).

También se ha demostrado que el hipoclorito de sodio tiene un efecto antibacteriano eficiente causado por su alto pH y por el lanzamiento del oxígeno y de la clorina al entrar en contacto con el sustrato orgánico, según estudios Murat Turkun (2004), Pereira (2005), entre otros. (6)

Diversos estudios han encontrado que la adhesión puede verse deteriorada por una serie de tratamientos previos (6,7,8). Por lo tanto, el uso de un desinfectante cavitario puede ser un problema si este interfiere con la capacidad hidrofílica de la resina para humectar y unirse micromecánicamente hacia la estructura dentaria. Los resultados en la literatura aún son controversiales. Rabello, Coelho (1998) no encontraron ningún efecto nocivo de la clorhexidina sobre la fuerza de adhesión de un sistema adhesivo. Damon (1997) encontró resultados similares. Tulunoglu (1998) encontró una alteración en la adherencia cuando las cavidades fueron tratadas previamente con una solución basada en clorhexidina.

II. MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES

- **Breschi (2007)** investigó in Vitro el efecto de la clorhexidina al 0.2% sobre la fuerza de adhesión de dos adhesivos de quinta generación a corto y largo plazo. El desinfectante cavitario se empleó sobre la superficie grabada, para luego continuar con el procedimiento adhesivo. Sus resultados mostraron valores inmediatos de la fuerza de adhesión similares con o sin el pretratamiento con clorhexidina al 0.2%. Además se observó que la fuerza de adhesión de los especímenes sin tratamiento expuestos después de 270 días, disminuyeron en un 59-61%. Mientras que los especímenes pretratados observados después de los 270 días mostraron una disminución de 6-9% en sus valores.
(9)
- **Candan y col (2006)** analizó los efectos de un desinfectante cavitario basado en clorhexidina sobre la fuerza de adhesión microtensional de una resina compuesta hacia una dentina sana y una afectada por caries. Restauraciones estándar de 5mm de alto fueron construidos sobre las superficies tratadas, para obtener los especímenes, los dientes restaurados fueron seccionados verticalmente hasta conseguir varillas de aproximadamente de 0.7mm² de área transversal, las cuales fueron sometidas a un estrés de tensión de 0.5mm/min de velocidad. Los investigadores

encontraron que no existía diferencia significativa entre la fuerza de adhesión microtensional del material restaurador y la dentina sana o cariada tratada con el desinfectante o sin tratamiento. (10)

- **Portela y col (2006)** investigaron los efectos de la clorhexidina al 0.012%, aplicada antes de dos agentes adhesivos diferentes, sobre la fuerza de adhesión a la dentina afectada por caries. Se formaron tres grupos para cada sistema adhesivo: 1-grupo control (libre de caries), 2-dentina afectada por caries, 3-dentina afectada por caries+ 0.012% digluconato de clorhexidina. Los dientes afectados por caries dental fueron teñidos usando un detector de caries y la lesión fue removida hasta una dentina afectada clínicamente aceptable. Los especímenes fueron sometidos a la prueba de fuerzas de esquileo. Los resultados demostraron que el sistema adhesivo que utiliza acondicionamiento ácido no se vio afectado en ninguno de sus grupos experimentales, sin embargo, en el sistema adhesivo de autograbado, la aplicación del desinfectante cavitario puede afectar negativamente la fuerza de adhesión de estos sistemas. (11)

- **Armas (2005)** realizó un estudio in Vitro para investigar sobre el efecto de diferentes técnicas de limpieza (tergentol, bicarbonato de sodio), aplicadas en la superficie de esmalte intacto, en la resistencia adhesiva de resina compuesta usando sistemas adhesivos autograbadores. Encontró que la técnica con Tergentol constituye una opción adecuada de limpieza de superficies de

esmalte liso, y que la técnica con bicarbonato puede afectar la resistencia adhesiva de estas superficies.(12)

- **Nascimento (2005)** evaluó in Vitro la influencia de irrigantes endodonticos en la resistencia de unión de un sistema adhesivo autoacondicionante en la dentina de la camara pulpar de dientes bovinos. Se presentó los siguientes grupos:G1- NaCl 0,9%, G2- NaOCl 5,25%, G3- NaOCl 5,25% seguido por EDTA 17%, G4- sol. de gluconato de clorexidina 2%, G5- sol. de gluconato de clorexidina 2% seguida por EDTA 17%, G6- gluconato de clorexidina gel 2%, G7- gluconato de clorexidina gel 2% seguido por EDTA 17%. Concluyo entonces que la resistencia de unión del sistema adhesivo a la dentina fue disminuida por la irrigación endodontica con NaOCl 5,25% asociado o no al EDTA. Además, el grupo que utilizó clorhexidina gel 2% asociada a EDTA 17% presentó diferencia significativa en relación al grupo de NaCl. (13)
- **Pereira y col (2005)** evaluaron in Vitro, la fuerza de unión de tres diferentes sistemas adhesivos de quinta generación tras la remoción de tejido cariado con Carisolv TM y dos métodos de limpieza cavitaria (Tergentol , Hipoclorito de sodio 0.5%). La aplicación de los desinfectantes cavitarios sobre la dentina fue de 15 segundos, lavado con agua, secado, y la colocación de los sistemas adhesivos. Se encontró que los sistemas adhesivos utilizados mostraron resistencias de unión a la dentina semejantes, indiferentemente del método de limpieza utilizado.(14)

- **Say y col (2004)** realizaron un estudio in Vitro en el que evaluó el efecto de dos desinfectantes cavitarios: clorhexidina al 2% y cloruro de benzalconio al 1% sobre un sistema adhesivo. Antes de la colocación de los sistemas adhesivos, los desinfectantes se aplicaron sobre dentina superficial durante 20 segundos después del grabado ácido. Sus resultados indicaron que el uso de estas sustancias como desinfectantes cavitarios, después del grabado ácido, no afectara las fuerzas de adhesión del sistema adhesivo de quinta generación (Optibond Solo).(15)
- **Pappas (2004)** observó la fuerza de adhesión entre el esmalte dental y la resina compuesta con una técnica de la desinfección 3-step (clorhexidina, rojo de tubulicidad, hipoclorito de sodio) comparada a una técnica convencional de adhesión sin el protocolo adicional de la desinfección. La técnica 3-step fue aplicado antes del grabado ácido, consistió en la aplicación de solución de clorhexidina al 2%, seguido de la aplicación del rojo de tubulicidad, inmediatamente se aplicó el hipoclorito de sodio al 6% durante 15 segundos cada desinfectante. El grupo de la técnica de la desinfección 3-step demostró una fuerza de adhesión perceptiblemente más alta comparada (Media=25.3) a la técnica convencional de adhesión sin la desinfección (Media=20.5). (16)
- **De Castro y col (2003)** evaluaron el efecto de clorhexidina al 2% sobre la fuerza de adhesión microtensional de tres sistemas adhesivos a la dentina antes y después del grabado ácido con ácido fosfórico 35%. Fueron contruidos bloques de resina sobre

las superficies tratadas y almacenadas en agua a 37°C por 24h, para luego ser seccionadas verticalmente hasta obtener especímenes con $1.0 \pm 0.1 \text{ mm}^2$ de área transversal. Estos especímenes fueron sometidos a fuerzas tensionales a 0.5mm/min. Los autores no observaron diferencias estadísticamente significativas en los valores de fuerza de adhesión entre los grupos controles y experimentales. (17)

- **Bocangel y col (2000)** estudiaron la influencia de 3 sustancias de desinfección cavitaria tales como NaOCl al 2,5%, clorexidina al 2%, flúor-fosfato acidulado a 1,23% sobre la resistencia a la tracción de un sistema adhesivo de cuarta generación. La superficie dentinal plana recibió el tratamiento de desinfección antes del grabado ácido y los procedimientos adhesivos. Concluyeron que dichas sustancias no ocasionaron alteración en la capacidad adhesiva del sistema adhesivo; además se observó que la mayor fuerza de adhesión lo obtuvo el grupo con la aplicación de clorhexidina, seguido del grupo control, del flúor acidulado y por último del hipoclorito de sodio.(6)
- **Gürgan y col (1999)** realizaron un estudio in Vitro para evaluar el efecto de la desinfección cavitaria sobre la fuerza de adhesión de las resinas compuestas a la estructura dentaria. El estudio utilizó solución de clorhexidina al 2% sobre la superficie plana dentinal. Hallaron que el uso del desinfectante, antes o después del grabado ácido, redujo perceptiblemente la fuerza de adhesión del compuesto al esmalte dental (11.45 y 12.41Mpa respectivamente),

sin embargo, los resultados mostraron valores para el grupo control de 18.38Mpa similares al cuarto grupo en el cual se realizó la desinfección después del grabado ácido más el lavado y secado del desinfectante (18.04Mpa). (18)

- **Meiers y Shook (1996)** investigaron el efecto de dos desinfectantes cavitarios: clorhexidina 2% y solución basada en iodina 0.11% sobre la fuerza de adhesión de un sistema adhesivo removedor del barro dentinario y otro con función modificadora. Los desinfectantes fueron aplicados durante 20seg y secados. Luego los sistemas adhesivos fueron aplicados según las instrucciones de los fabricantes. Los resultados indicaron que los valores de la fuerza de adhesión del esquileo no fueron afectados para el sistema adhesivo que remueve el barro dentinario, sin embargo para los valores del sistema que esta dentro de la categoría de modificadores del barro dentinario fueron significativamente afectados. (2)
- **Perdigao y col (1994)** examinaron, en un estudio in Vitro, los efectos de la clorhexidina sobre la fuerza de adhesión de las resinas compuestas a la dentina. Ellos aplicaron solución de digluconato de clorhexidina 2% sobre la superficie grabada con acido fosfórico al 10% semihumedecida para un grupo y secada con aire por 10seg para otro grupo; se retiraron los excesos del desinfectante con aire por 1-2seg y se continuo con el procedimiento adhesivo. Los promedios para la fuerza de adhesión del esquileo fueron: G1 (control) 20.67 ± 6.45 , G2:

22.88±8.59, G3: 21.70±7.12. Concluyeron que el uso de clorhexidina después del grabado ácido no redujo la fuerza de adhesión para el All Bond 2. (19)

- **Filler y col (1994)** en un estudio in Vitro determinaron la fuerza de adhesión de las resinas compuestas a un esmalte tratado con clorhexidina. El grupo experimental fue sumergido en solución de digluconato de clorhexidina 0.12% por 1min, 4 veces al día por 7 días, siendo almacenados en agua destilada a 37°C. Seguidamente después de la culminación de la exposición a clorhexidina, el sistema adhesivo fue aplicado a las superficies grabadas con ácido fosfórico 37% por 30seg. Las muestras fueron sometidas a una prueba de fuerza de esquiado. Los resultados hallados fueron: 13.23±3.22 para el grupo control, y 13.67±4.59 para la clorhexidina. Este estudio sugiere que la clorhexidina no afecta la fuerza de adhesión de las resinas al esmalte grabado. (20)

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 ADHESIÓN

Es un mecanismo de interacción que mantiene en contacto dos materiales o sustancias diferentes a nivel de una misma interfase, siendo el mismo material o película que se agrega para producir adhesiones, el adhesivo o adherendo y el material sobre el que se aplica, el adherente. (21,22,23) se logra principalmente a través de dos mecanismos:

a) Químico: Mediante la atracción interatómica entre dos o más sustratos, a través de enlaces iónicos, covalentes y enlaces secundarios como podrían ser las fuerzas de Van der Waals, fuerzas polares, puentes de hidrógeno, quelación y fuerzas de dispersión. (1,24)

b) Físico: Este mecanismo de adhesión también se conoce como sistema de traba mecánica, se logra a través de los efectos geométricos y estructurales entre los sustratos adherentes. Pueden ser macromecánicas o micromecánicas. (1,25)

2.2.1.1 Requisitos para la adhesión

Para conseguir una buena adhesión es necesario formar interfase microscópica, es decir, un adhesivo debe ser capaz de aproximarse a las moléculas de un sustrato a unos pocos nanómetros. (22)

Deben eliminarse los contaminantes de la superficie para aumentar su energía y lograr una fuerte adhesión. Por otro lado, el adhesivo debe fluir fácilmente sobre la superficie del sustrato, es decir, debe tener un alto grado de humectancia. (26)

El adhesivo debe tener flexibilidad para compensar las deformaciones que se producen cuando el sistema es sometido a cargas o cambios dimensionales térmicos. A todo debe agregarse una adecuada compatibilidad biológica del adhesivo con el complejo dentinopulpar, sobre el cual debe actuar. (22, 23)

Asimismo, para que se logre una adhesión efectiva entre dos superficies, es que ambos posean una composición homogénea, es obvio que el esmalte y la dentina son diferentes desde el punto de vista morfofisiológico, por lo tanto, el mecanismo de adhesión varía entre un sustrato y el otro. (27,1)

2.2.1.2 Factores que afectan la adhesión

Parámetros que afectan la adhesión al tejido dentario

La calidad, resistencia y durabilidad de la adhesión depende de varios factores. Importantes parámetros pueden incluir las propiedades fisicoquímicas del adherente y del adhesivo, las propiedades estructurales del adherente, el cual es heterogéneo, la presencia de contaminantes en la superficie de la preparación cavitaria, el desarrollo de fuerzas externas que impiden el proceso de adhesión por sus mecanismos de compensación, y el mecanismo de transmisión de cargas a través de la superficie adherida (28). Además el medio oral, sujeto a humedad, fuerzas físicas, cambios en la temperatura y pH, componentes dietéticos, y los hábitos masticatorios, influyen considerablemente en las interacciones adhesivas entre materiales y tejidos dentinarios (28).

Si bien es cierto, la técnica de adhesión a esmalte mediante el acondicionamiento ácido es efectiva; la adhesión a dentina es compleja, pues en ella influyen otros factores como su compleja histología, el tratamiento químico recibido, la distancia a la pulpa, el sistema adhesivo empleado y la edad del paciente.(29,30,31).

La distinción entre los sustratos adherentes es importante, pues uno de los factores requeridos para lograr una adhesión efectiva entre dos superficies, es que ambos posean una composición homogénea, es obvio que el esmalte y la dentina son diferentes desde el punto de vista morfofisiológico, por lo tanto, el mecanismo de adhesión varía en ambos sustratos.(32,28)

A.- Contracción de polimerización en las resinas restauradoras:

El reordenamiento dimensional de monómeros dentro de las cadenas poliméricas durante la polimerización conduce inevitablemente a una contracción del volumen (28,33)

Aunque la carga de alto relleno de una matriz de una resina reduce la contracción por polimerización, las resinas actuales todavía se contraen entre un 2.9 a 7.1% durante la polimerización libre, generando fuerzas de contracción dentro de la resina de hasta 7MPa. Estas fuerzas de contracción son las que impiden el desarrollo de la unión diente-restauración mediante la tracción de la resina compuesta en proceso de polimerización hacia las paredes cavitarias. (28)

B.- Compensación para la contracción por polimerización:

a.-Flujo:

Durante la polimerización, la deformación plástica o flujo de la resina ocurre y puede ser parcialmente compensada por la fuerza de encogimiento inducida (18). Esta deformación plástica irreversible toma lugar durante las primeras etapas de del proceso de polimerización, cuando la fuerza de contracción excede el límite elástico de la resina (18). A medida que la polimerización avanza, la contracción y el flujo disminuyen debido a que la

rigidez aumenta (18). Las resinas compuestas fotocuradas de polimerización rápida exhiben menor flujo relacionado a la liberación de fuerzas, las resinas compuestas autocuradas proporcionan una unión adhesiva a dentina con mayor tiempo de sobrevivencia (28).

Al polimerizar una resina está tratando de contraerse, pero como está adherida a las paredes cavitarias (superficie adherida) no podrá hacerlo y utilizará como lugar de escape de tensiones la superficie de la restauración (superficie libre). La resina se contrae hacia las paredes de la cavidad y no hacia la fuente de luz. Entonces cada pared “tira” para su lado generando un juego de tensiones donde la pared con el más bajo valor de adhesión sufrirá el despegamiento de la restauración. (34)

La restricción del flujo mediante la configuración de la restauración (Factor C) o la relación de superficies unidas (lo que se conoce como flujo inactivo) a superficies libres (flujo activo), aumenta con la fuerza de contracción. La superficie libre de una restauración de resina puede actuar como reservorio para la deformación plástica en la etapa inicial de la polimerización. (28, 35, 33)

El factor C es un concepto que analiza el riesgo de las preparaciones o cavidades de sufrir desadaptación marginal por contracción de polimerización (34). Se define al factor C como la relación directamente proporcional a la superficie libre de la cavidad e inversamente proporcional a la superficie adherida de material al área dentaria; siendo el estrés de polimerización proporcional al factor C, es decir, al existir mayor superficie de material adherido a la superficie cavitaria durante el proceso de fotocurado mayor será el estrés de polimerización. Por lo tanto, índices de

factor C iguales a 1 o cercanos a este valor, actuarán reduciendo dicho estrés. (34)

b.- Expansión higroscópica

En circunstancias clínicas, la contracción por polimerización puede ser moderada por la absorción de fluido, produciendo un aumento de volumen de la resina para poder compensar la fuerza elástica residual. La configuración de la cavidad determina la efectividad de este mecanismo de compensación (28)

c.- Elasticidad

Si el enlace resina–diente permanece intacto, la rigidez final de una resina puede jugar un rol compensador en el movimiento debido a la fuerza de contracción por polimerización remanente. (28)

Las resinas compuestas con un alto contenido de relleno tienen un mayor modulo de elasticidad, produciendo una reducción en la contracción volumétrica, pero tiene una fuerza de contracción remanente más alta, lo cual puede afectar la interfase dentina – resina (28).

C.- Sitio de polimerización inicial

En las resinas compuestas fotopolimerizables, la contracción de polimerización ocurre hacia la fuente de luz; caso contrario ocurre en las resinas compuestas autopolimerizables donde la polimerización inicial se da en el centro del volumen del material. (28,36).

D.- Coeficiente de expansión térmica y conductividad térmica

Debido a que el coeficiente de expansión térmica de la resina es cuatro veces mayor al de la estructura dentaria, cualquier restauración de resina podría sufrir la formación de una brecha marginal (28, 33).

Las resinas de compuestas de microrelleno tienen un coeficiente de expansión térmica mayor que las resinas compuestas de tipo híbrido. (28).

E.- Transmisión de esfuerzos a través de la interfase restauración – diente

La unión adhesiva entre un material restaurador y el diente tienen un rol biomecánico en la distribución de fuerzas funcionales a través de todo el diente (37). Una verdadera unión transmitirá la fuerza aplicada a la restauración hasta la estructura dentaria remanente pudiendo fortalecer a los dientes debilitados (28).

El desplazamiento y la flexión de cúspides puede compensar la fuerza de contracción en restauraciones posteriores de resina compuesta de clase 2, pero la contracción por polimerización puede inducir a la fractura cúspidea (28). En general, los grandes esfuerzos masticatorios reducen la longevidad de las restauraciones adhesivas (28).

F.- Biocompatibilidad

Para los aspectos fisicoquímicos de la dentina y de las resinas compuestas se debe considerar la compatibilidad pulpar. La diseminación de moléculas de monómero residual hasta la cámara pulpar vía túbulos dentinarios involucra un grado significativo de citotoxicidad, aún en bajas concentraciones (28).

Sin embargo, estudios de biocompatibilidad *in vivo*, han demostrado que las resinas compuestas, ya sea completa o parcialmente curadas causan poca irritación si las cavidades son selladas para evitar el ingreso de bacterias desde el medio oral (28, 38).

Otro factor importante involucrado en la irritación pulpar podría ser la separación de la resina desde la dentina. Cuando ocurre la pérdida de

adhesión, los esfuerzos térmicos y mecánicos sobre la restauración ejercen una acción de bombeo sobre el fluido de la brecha, comprimiendo irritantes o toxinas bacterianas dentro de los túbulos. (28,36).

Además, vemos que tradicionalmente se ha evitado el uso de ácidos en dentina vital debido al temor de la irritación pulpar, existe confusión sobre la función protectora de la capa de desecho, y la ausencia de eficacia de los agentes adhesivos (28,39,40). Se ha reportado que el grabado ácido de la dentina causa reacciones pulpares cuando la dentina remanente es menor a 1 mm de espesor, otros estudios han mostrado que el grabado ácido no tiene efectos secundarios (28).

2.2.1.3 Grabado ácido

La técnica de grabado ácido total es una técnica limpia la superficie dentinaria y de esmalte. Mejora la retención mecánica del material restaurador adhesivo, mediante la desmineralización de la capa superficial del esmalte y dentina. (41)

Actualmente el agente grabador mas usado es el ácido fosforico al 30-40% cuyo tiempo de aplicación oscila entre 15 y 30 seg. (25, 42, 43)

El grabado ácido disuelve la capa del barro dentinario y las terminaciones de los prismas en el esmalte, produciendo oquedades de 25 a 75 μ m de profundidad dentro de los cuales puede fluir una resina adhesiva, formando prolongaciones que reciben el nombre de tags, y representan el principal medio de retención micromecánica. (22)

El grabado ácido en la dentina remueve la capa de barro dentinario, desmineraliza la superficie de la dentina y expone las fibras colágenas las

cuales pueden ser infiltradas por una resina. Debido a que esta red de colágeno es una continuación de la superficie dentinaria subyacente, se produce una unión mecánica. (41,44.23)

2.2.2 ADHESIÓN EN ESMALTE

Consiste en conseguir una superficie rugosa del esmalte que mejore la unión mecánica, el método habitual es mediante el tallado y grabado ácido. (26)

La adhesión en esmalte cumple un papel muy importante en la retención a largo plazo de las restauraciones adhesivas. La fuerte unión alcanzada en esmalte contrarresta la contracción de polimerización del composite, la retención puede ser aumentada mediante la incorporación de un bisel en los bordes libre adamantinos de la preparación. (45,23)

Cuando se aplica una solución ácida (ácido fosfórico, láctico, cítrico), sobre la superficie del esmalte, ésta es capaz de desmineralizar y disolver la matriz inorgánica de los prismas o varillas adamantinas (Unidad estructural del esmalte), creando poros, surcos y/o grietas micrométricas; además, la sustancia ácida aplicada limpia la superficie y aumenta la energía superficial, (34) facilitando que los microporos o surcos generados puedan ser mojados y penetrados por una resina de enlace (Tags de resina), la cual quedará retenida físico – mecánicamente en el interior de los mismos. (46,1)

La adhesión al esmalte es bien conocida y ha sido corroborada en múltiples estudios. (47) Se ha comprobado que gracias a la composición homogénea del esmalte, tipo de superficie y alta energía superficial (después de la aplicación del agente acondicionador), es posible obtener altos valores de

fuerza de adhesión (30 Mpa in vitro), siendo estos valores siempre superiores a los obtenidos en dentina, debido a las características especiales de dicho substrato, por esta razón, siempre y cuando sea posible se debe preservar el esmalte dental durante la preparación cavitaria, aunque este socavado. (1)

2.2.3 HISTOLOGIA DEL ESMALTE

Es un tejido avascular, aneuronal y acelular, de alta mineralización y dureza extrema, que reacciona ante un estímulo nocivo o injuria química, física o biológica con pérdida de sustancia estructural, cuya magnitud esta relacionada directamente con la intensidad del agente causal. Estas propiedades determinan que el esmalte no pueda regenerarse, aunque si es capaz de remineralizarse. (48)

El esmalte esta constituido principalmente por hidroxiapatita 96 – 98% y el resto por contenido inorgánico, por esta razón, se dice que es una estructura homogénea. (1)

2.2.4 SISTEMAS ADHESIVOS

Los adhesivos han aparecido apartir de mediados de los años 70; los fabricantes ingeniosamente optaron por promocionar sus productos calificándolos a cada uno como el de última generación. Tal tendencia se inició al darse a conocer los productos de la llamada segunda generación, tales como Scotch Bond (3M) y Prisma Universal Bond (Dentsply) que pretendían superar las importantes limitaciones de sus predecesores (primera generación), adhiriéndose químicamente a la dentina y a la smear

layer. Sin embargo, sus niveles de adhesión solo alcanzaban los 4 ó 5 MPa .
(49)

En la primera mitad de los años 80 apareció la llamada tercera generación con productos como Scotch Bond 2, Prisma Universal 2 o Gluma (Bayer), entre otros, cuya novedad consistía en la adición de monómeros hidrofílicos, principalmente el HEMA, lo cual les permitió lograr niveles de adhesión de cerca de los 10 MPa. (49)

Apartir de 1990, aparecieron los primeros productos de la cuarta generación, como por ejemplo: All Bond 2 (Bisco), Opti Bond FL (Kerr), Pro Bond (Dentsply), Scotch Bond Multipropósito Plus (3M), Syntac (Vivadent) y Bond it (Jeneric), cuya importante innovación consistió en incorporar al sistema un tercer compuesto. Éste, denominado *primer*, que es un agente promotor de la adhesión sumado al acondicionador y al adhesivo, precisamente caracteriza a tal generación como la de tres compuestos. (49)

Inicialmente los fabricantes recomendaban limitar el acondicionamiento ácido solo al esmalte, por su renuencia a aceptar el grabado ácido total, pero ante los niveles de adhesión superiores a los 25 ó 30 MPa que se alcanzaron y a la constatación clínica de que no se registraba injuria pulpar, finalmente fue vencida la resistencia y consecuentemente desde mediados de los años 90 se popularizó el grabado total, tanto con los citados sistemas así como con los denominados de quinta generación, que respecto a efectividad de adhesión cumplen de manera semejante que los de cuarta generación (49). Se diferencian únicamente en que su manejo es más simplificado, porque en lugar de los tres compuestos de sus predecesores constan de solo dos: por un lado el acondicionador y por otro el primer y el

adhesivo (bond) reunidos en un solo frasco; así tenemos a productos como Prime and Bond (Dentsply), Optibond Solo (Kerr), Bond 1 (Jeneric), Excite (Vivadent), Single Bond (3M), One coat bond (Coltene) y muchos otros. (49)

Los identificados como los de sexta generación aparecieron a partir de 1999, y se caracterizan por haber unido en un solo compuesto la triada: acondicionador, primer y adhesivo, aunque esa unión solo se produce en el momento de su aplicación, puesto que se presentan ya sea en blisters de dos cámaras o en dos frascos cuyos contenidos se mezclaran. (49)

Adhesivos de 5ª generación

Estos adhesivos precisan del completo retiro del barro dentinario mediante el grabado con ácido fosforico. Combinan el primer y el adhesivo en un solo frasco. Por eso también son llamados monofrascos o monocomponentes. (50)

La composición básica de los sistemas adhesivos monofrascos comprende un reactor-promotor de la adhesión, monómeros de entrecruzamiento basados en dimetacrilatos, solventes, iniciadores para la fotopolimerización y estabilizadores, y por último rellenos inorgánicos. Otros componentes adicionales incluyen ácidos débiles como poliacrílicos, polialquenoico, maleico, etc. (50). Dependiendo de cada producto, las sustancias empleadas pueden variar. Una característica común de los agentes adhesivos monofrascos es su sistema bifuncional de resina, es decir, contienen monómeros hidrofílicos como HEMA e hidrofóbicos como Bis-GMA u otros grupos metacrilatos (37,50,51)

El monómero hidrofílico HEMA infiltra la dentina húmeda, penetra en los túbulos dentinarios y forma los tags retentivos, mientras que los monómeros hidrofóbicos permanecen en la superficie, ambos forman una sólida capa de polímero que sella la dentina previniendo la sensibilidad post operatoria (50). Esta capa cambia la superficie dentinaria de hidrofílica a hidrofóbica y la prepara químicamente para unirse con el composite. Para minimizar la viscosidad, los sistemas tienen un solvente tal como acetona, agua o etanol. El etanol esta considerado como la alternativa optima para ser más volátil que el agua y menos que la acetona (43). El relleno inorgánico nanométrico no influye en el espesor de la capa de adhesivo (50). Algunos de estos adhesivos son los siguientes: Single Bond (3M), Excite (Vivadent), Prime and Bond 2,1 Dual Cure (Dentsply), etc (21).

Single Bond (3M)

Es un sistema adhesivo de 5^º generación presentado a nivel mundial en 1997. Esta indicado en restauraciones directas de composite, e indirectas para la cementacion de veneers porcelana, incrustaciones onlay/inlay y reparaciones de porcelana, además, en desensibilizaciones dentinarias. El sistema utiliza para el acondicionamiento de la preparación acido fosforito al 35%. La técnica requiere de la aplicación de doble capa de adhesivo antes de la polimerización. El fabricante indica que la fuerza de adhesión al esmalte y dentina es de 31 Mpa y 27 Mpa respectivamente (52). Se han realizado investigaciones para determinar la fuerza de adhesión de este adhesivo, Miller y col (1999)han encontrado que la mayor fuerza de

adhesión es alcanzada en esmalte y dentina húmedos siendo de 20.65 Mpa en esmalte y de 15.06 Mpa en dentina. (53)

Resina Compuesta

Las resinas con relleno son materiales de estructura heterogénea, sus propiedades pueden analizarse evaluando cada una de sus fases por separado (21). Fase Orgánica: esta formada por los oligómeros Bis-GMA y UDMA, los cuales son muy viscosos, pero puede reducirse su viscosidad añadiendo un monómero diluyente como el TEGMA (22). El oligómero mas usado es el Bis-GMA. Fase Cerámica: consiste de partículas de cuarzo, silicato de litio, aluminio y cristales de bario, zinc, estroncio, yterbio o sílice coloidal (22,26). Esta fase otorga resistencia y dureza a la abrasión y al desgaste, además brinda color y opacidad al material. Las fases orgánica y cerámica funcionan como una unidad estructural debido al proceso de silanización al que son sometidas las partículas de refuerzo (54)

Z-350 (3M ESPE)

El Restaurador Universal Filtek™ Z350 de 3M ESPE es una nanorresina restauradora activada por luz visible; el relleno contiene una combinación de relleno de nanosílice no aglomerado/no agregado de 20 nm y un *nanocluster* de zirconio/sílice de unión holgada constituido por aglomerados de partículas primarias de zirconio/sílice de 5-20 nm. El tamaño de partícula del agregado oscila dentro de un rango de 0.6 a 1.4 micras. La carga de relleno es de 78.5% por peso. Todos los tonos son radiopacos. Esta indicado en restauraciones directas en anteriores y posteriores, reconstrucción de

cúspides, reconstrucción de muñones, restauraciones anteriores y posteriores indirectas incluyendo inlays, onlays y carillas. (55)

2.2.5 DESINFECTANTES CAVITARIOS

Actualmente, no existen pruebas objetivas aceptadas universalmente que aseguren la remoción completa de las bacterias del sustrato dentinario durante la preparación cavitaria. Las bacterias persistentes a los procedimientos operatorios pueden reproducirse debido a los existencia de espacios reales existentes entre la resina compuesta y el sustrato dentinario; si quedan bacterias después de la preparación cavitaria, pueden multiplicarse desde el barro dentinario, y pueden ser fuente de toxinas bacterianas que se difundirían hacia la pulpa dental generando inflamación o caries recurrentes (56).

Aquellas caries recurrentes diagnosticadas clínicamente, relacionada con los márgenes o debajo de restauraciones anteriores, pueden ser el resultado de la persistencia de bacterias después de la preparación cavitaria (56, 23).

Una posible solución al problema de la persistencia bacteriana sería el uso de sustancias químicas con propiedades antibacterianas (21,56). La mayoría de los antisépticos cavitarios pueden ser usados de 2 maneras: 1. Para limpiar y desinfectar la cavidad después de la preparación dentaria, pero antes del grabado ácido. 2. Para rehumeder la cavidad antes de la aplicación del adhesivo que se une a la estructura dentaria húmeda. En esta última instancia, probablemente exista un efecto antibacteriano residual que pudiera ayudar a reducir el ingreso de bacterias como resultado de la microfiltración (52).

Originalmente, los agentes propuestos para desinfectar y remover parcialmente el barro dentinario fueron cloruro de benzalconio combinado con EDTA (26). Esta formula antiséptica fue propuesta por Brannstrom y Nyrborg en 1990 (21,26). El empleo de sustancias tales como EDTA o ácido cítrico al 50% producen una excesiva desmineralización de la superficie dentinaria, mientras que el hipoclorito de sodio al 5% desnaturaliza el colágeno (21,23). El alcohol provoca deshidratación de la dentina si se lo aplica en cavidades profundas y durante más de 10 segundos. El agua oxigenada al 3% puede frotarse sobre la superficie dentinaria durante 20 segundos; luego se lava con agua común o destilada (21,23). Por lo tanto, resulta aconsejable utilizar las sustancias químicas usadas en colutorios bucales antisépticos para realizar la asepsia de preparaciones cavitarias por su efectividad sobre los dientes y no por resultar nocivos para los tejidos orales, siendo posible que tampoco lo sean para la pulpa (21). Algunos de los actuales antisépticos cavitarios contienen clorhexidina al 2% como ingrediente activo, el cual es un antiséptico de amplio espectro que no irrita los tejidos, lo cual constituye la mayor ventaja de este compuesto (23). Actualmente existen los siguientes productos indicados para la asepsia de preparaciones cavitarias: Concepsis (Ultradent), Bisco Cavity Cleanser (Bisco Dental), ambos contienen clorhexidina al 2% como ingrediente activo, Tubulicid Red (Dental Therapeutic- Global Dental), Ultracid F (Ultradent), estos dos últimos contienen cloruro de benzalconio y EDTA. (23)

2.2.5.1 Clorhexidina

Es una molécula bicatiónica. La forma más estable es en forma de sal, y el preparado mas común es el digluconato de clorhexidina por su alta solubilidad en agua (57). Este singular compuesto debido a su carga positiva puede penetrar en los dientes y en la saliva, uniéndose a la hidroxiapatita del esmalte, a la película adherida y a las proteínas salivares. Luego, es liberado lentamente de forma activa durante 24 horas aproximadamente, es decir, tiene una actividad residual prolongada (58,23).

En odontología, es la droga de elección para el control químico de placa dental por tener un amplio espectro de actividad antimicrobiana, además de la efectividad y muy pocos efectos colaterales, por lo cual es usado principalmente en enjuague bucal como coadyuvante en el tratamiento de enfermedad periodontal (57,59, 23).

Para reducción de la flora bacteriana cariogénica, los regimenes profilácticos incluyen el uso de clorhexidina en altas concentraciones y en limitadas aplicaciones en forma de geles, barnices o enjuagues bucales (21). El principio es suprimir agresivamente la población de *Streptococcus mutans*. Ante todos los métodos antimicrobianos evaluados, la reducción más persistente de estos microorganismos fue alcanzada con clorhexidina (60).

La clorhexidina en bajas concentraciones (menores de 1%) tiene una acción bacteriostática, daña la membrana, causando perdida de sustancias de bajo peso molecular como iones potasio y fósforo. Sin embargo, esta alteración es insuficiente para inducir lisis o producir muerte bacteriana (58,59). En altas concentraciones (mayores del 1%) es bactericida, la célula permanece

integra por que causa coagulación del citoplasma, y los ácidos nucleicos y proteínas precipitan (61,58,59). Este compuesto es activo un ph cercano a neutro entre 5 a 8, frente a organismos gram positivos y gram negativos, hongos, facultativos aerobios y anaerobios. Posee un amplio espectro antibacteriano Rolla y Melson en 1975 sugieren que la clorhexidina inhibe la formación de placa por los siguientes mecanismos: 1. por la unión con los grupos ácidos aniónicos de las glicoproteínas salivares y por ello reduciendo la formación de la película y la colonización de la placa; 2. por la unión con los grupos carboxílicos de la pared de las bacterias salivares y la interferencia con su absorción al diente (23,17).

Sobre la toxicidad del fármaco, se han descrito sensibilizaciones al fármaco causadas por una prolongada exposición al fármaco. Kenny en 1972 informa que 2 minutos de exposición al fármaco al 0.2% puede causar alteración en la membrana celular de algunos polimorfonucleares (23). Agarwal S. y col en 1997 informa que una exposición de 5 minutos a la clorhexidina al 0.005% produjo lisis de la membrana celular de los neutrófilos crevicales y periféricos sanguíneos (23). Se han descrito también lesiones descamativas en la mucosa alveolar después de buches al 0.2%. La descamación de células epiteliales puede ocurrir frecuentemente por usar el enjuague bucal en altas concentraciones que en bajas concentraciones. (23). Meiers J. y col en 1996 investigaron el efecto del antiséptico digluconato de clorhexidina al 2% en la microfiltración de las resinas, no encontró efectos adversos con el uso de los sistemas adhesivos Sintac (Vivadent) y Tenure (Dent Matt) (62). Gomis-Granger en 2005 afirmaron mediante un estudio que la concentración

de clorhexidina mayores al 0.05% producen tinciones dentarias cuando su uso como colutorio bucal es prolongado. (23)

2.2.5.2 Hipoclorito de sodio al 2.5%

Las soluciones de hipoclorito de sodio son utilizadas como desinfectante desde el siglo XVIII e su uso en odontología tuvo inicio en la segunda década del siglo XX, con BARRETT, que preconizaba la irrigación de los canales radiculares con líquido de Dakin. Actualmente, las soluciones de hipoclorito de sodio son las mas utilizadas por dentistas de todo o mundo en los tratamientos endodónticos, debido a sus propiedades deseables como bactericida, desodorizante y solvente tisular. El efecto del hipoclorito de sodio en la permeabilidad dentinaria fue estudiado por diversos autores, quienes concluyeron que el hipoclorito de sodio promueve un aumento de la permeabilidad dentinaria. (61)

El uso del hipoclorito de sodio como desinfectante cavitario ha sido polémico. Varios autores mencionan que su efecto antimicrobiano en concentración de 5.25% esta acompañado de la eliminación de la capa de colágeno, además de prevenir la hibridación (61). Barrancos (1999) sugiere actuar con precaución al utilizar agentes químicos poderosos para la limpieza cavitaria puesto que poseen una acción muy enérgica y no solo disolverán los restos que contaminan las paredes, sino que atacan la pared en sí y alteraran su estructura(21). Turkun y col (2004) encontraron que el hipoclorito de sodio al 5.25% puede ser un antibacteriano eficaz en la exposición inicial, sin embargo no se observo su actividad substantiva (61).

Otros estudios realizados evaluaron el efecto del hipoclorito de sodio sobre la adhesión de los sistemas adhesivos a la dentina. Los autores relatan que la utilización del hipoclorito sodio puede propiciar un mejor patrón de unión de los sistemas adhesivos que tienen como solvente a la acetona, y sería perjudicial a los adhesivos en los cuales el solvente sea agua. (63)

Aunque el hipoclorito del sodio es la solución de irrigación más usada en la clínica, no hay acuerdo sobre su concentración óptima (64). Spangberg et al. probó muchas soluciones de irrigación en ambos estudios in Vitro e in Vivo, y concluyeron que una solución ideal es la que combina el efecto antimicrobiano máximo con toxicidad mínima. (65,23)

2.2.6 TEST MECÁNICOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS

La búsqueda de un material restaurador adhesivo ideal para las estructuras dentarias se refleja en la constante introducción de nuevos productos al mercado odontológico, como consecuencia de la evolución tecnológica y el perfeccionamiento de los conocimientos. La velocidad de producción de datos analíticos, principalmente clínicos, no siempre acompaña a esta velocidad de renovación y sustitución de productos. Los estudios de laboratorio son inmediatos pero incompletos y no permiten una evaluación global y su respectiva extrapolación para pronosticar el comportamiento clínico de los materiales (66, 67).

Los trabajos clínicos consumen un mayor tiempo para obtener resultados, además demandan un análisis más completo de los factores asociados y dependen de una evaluación por un comité de ética, por esta razón, los test

de laboratorio son particularmente usados por los fabricantes, pues en corto tiempo evalúan sus materiales y pueden corregir deficiencias e implementar mejoras (67).

Retief, considera que la evaluación de adhesivos en el laboratorio es importante para obtener un análisis previo de la necesidad de llevar a cabo un estudio clínico, mucho más oneroso y dispendioso en términos de tiempo, un sistema adhesivo que no se muestre prometedor en los estudios de laboratorio difícilmente tendrá un buen desempeño en el medio bucal (66).

Los test mecánico de laboratorios utilizados para la evaluación de la unión de sistemas adhesivos a la estructura dentaria, generalmente se fundamentan en la aplicación de fuerzas de dislocamiento sobre la unión, en el intento de simular los mismos esfuerzos sufridos por la restauración durante su función en el medio bucal. (67)

Evaluar el comportamiento fisicomecánico de las interfases establecidas por los sistemas adhesivos en el sustrato dentinario constituye un recurso importante, que sumado a otros experimentos *In Vitro* e *In Vivo*, contribuyen con la elaboración de un pronóstico restaurador, aceptable o no (66,67).

Las fuerzas y tensiones ejercidas sobre los dientes y restauraciones clínicas son de naturaleza compleja, por tanto, ningún test simula adecuadamente las fuerzas bucales. Los test de tracción y cizallamiento están entre los test más utilizados, por ser menos complejos (66,67).

2.2.6.1 Test de microtensión

En 1994, Sano y Carvalho dieron a conocer esta metodología, la cual se basa en una relación inversamente proporcional del área adhesiva con la

resistencia de unión. Esta técnica permite evaluar la resistencia adhesiva en áreas muy pequeñas (0.5 a 2 mm²), además de evitar variaciones derivadas del propio procedimiento de aplicación del sistema adhesivo; de esta manera se obtienen datos de fallas exclusivamente adhesivas, permitiendo un análisis real de la resistencia de unión entre el material y la estructura dentinaria (66, 67).

Así vemos que la presencia de una menor resistencia adhesiva encontrada en áreas adhesivas mayores a 2mm² se debe a una mayor cantidad de defectos presentes, tanto en la interfase adhesiva como en los sustratos, determinando puntos de concentración y propagación de tensiones que causan la falla de unión en valores inferiores. (67)

La interfase adhesiva no es uniforme debido a irregularidades de superficie, presencia de burbujas y variaciones del procedimiento de aplicación del adhesivo. (67).

Diversos estudios demostraron que la reducción del área a ser testada (< 2.0 mm²), resultaba proporcionalmente en valores de resistencia adhesiva superiores y el modo de fractura de los especímenes ocurría en su totalidad por fallas adhesivas (68,67),

La interpretación de los resultados de los test de microtensión se basan en la teoría de Griffith (1920) que demostró que la resistencia cohesiva de los cuerpos disminuye con el aumento del volumen y del área de sección transversal; eso se debe a que los especímenes de mayores dimensiones contienen más defectos estructurales que los de menor área (67).

Una de las ventajas del test de microtensión es la posibilidad de determinar fallas exclusivas de la interfase adhesiva permitiendo un análisis de la real resistencia de unión entre el material y la estructura dentaria (67). Además es posible obtener varios especímenes de un único diente, permitiendo realizar comparaciones intra e interdientes, la posibilidad de evaluar resistencia adhesiva en áreas diminutas lo que favorece la medición de la resistencia adhesiva en sustratos clínicamente relevantes como dentina cariada o esclerótica; por último, el tamaño reducido de los especímenes facilita el análisis de las superficies con microscopía electrónica de barrido. (66,67)

En función de sus ventajas operacionales y, principalmente, mecánicas relacionados a la distribución de las tensiones durante el test, la técnica de microtensión viene siendo considerada como el método más confiable y fidedigno para la evaluación de la unión de los sistemas adhesivos con estructura dentaria. (67)

2.2.7 DIENTES DE BOVINO

Como consecuencia del auge de la Odontología preventiva y conservadora, cada vez se cuenta con menos dientes humanos extraídos para los estudios odontológicos. Numerosas investigaciones han demostrado la similitud entre los dientes bovinos y humanos, los cuales por ser de fácil obtención y por tener muy poca o ninguna diferencia tanto a nivel macro como microscópico con respecto a los dientes humanos se convierten en un excelente sustrato para realizar estudios. En la literatura se ha propuesto la utilización de dientes de bovino como alternativa de dientes humanos para la valoración

de materiales dentales y técnicas adhesivas. Los estudios *in vitro* sobre tejidos duros dentales, que implican la utilización de dientes incisivos, situación difícil por conllevar implicaciones éticas. La mayoría de los estudios de materiales dentales humanos se realizan en los primeros premolares y terceros molares por la facilidad de adquisición al ser extraídos con frecuencia por diferentes motivos, especial mente ortodónticos. La razón del estudio en dientes incisivos de bovino es la dificultad de conseguirlos en humanos, debido a su largo tiempo de permanencia en boca y el criterio odontológico que refiere como un acto antiético la extracción de estos dientes, lo que conlleva a la falta de accesibilidad a incisivos humanos frescos y adecuados para las pruebas necesarias a las que deben ser sometidos al probar los materiales dentales (69,70,71).

Descripción macroscópica

Los dientes incisivos de bovino presentan la corona, la raíz y un estrechamiento correspondiente a la transición entre estos dos componentes conocida como cuello. Estructuralmente presentan un tamaño mayor que los humanos e igualmente están conformados por el esmalte, la dentina, el cemento y la pulpa, que a nivel macroscópico son básicamente iguales a la dentición humana (70).

Al igual que los humanos, los bovinos presentan dos denticiones una temporal y una permanente cuyo recambio culmina alrededor de los cinco años. Estos animales, en el maxilar superior presentan ausencia de incisivos y caninos, poseen solo tres premolares en temporales y tres premolares y tres molares en permanentes en cada cuadrante, en el maxilar inferior tres

incisivos, un canino y tres premolares en temporales, igual en dentición permanente pero con tres molares de más en cada hemiarcada, dando un total de 20 temporales y 32 permanentes (69,70).

Las coronas de los incisivos de bovinos miden en promedio dos cm de altura cervicoincisal, 1.6 cm ancho mesodistal y 1cm en el mayor ancho vestibulo-lingual, el color es similar a los humanos pero su textura superficial diferente (69).

Descripción microscópica

La estructura del esmalte humano y bovino ha sido observada en microscopía óptica y electrónica de barrido, mostrando que ambos tipos de dientes presentan las mismas estructuras y su apariencia es muy similar. La dentina de los dientes de bovino posee las mismas características estructurales de la dentina de dientes humanos, la matriz de colágeno de la dentina bovina es principalmente colágeno tipo I, el mismo de la dentina humana (70).

Características

- ✓ Morfológicamente los incisivos de bovino son similares a los humanos, pero de mayor tamaño.(69)
- ✓ Superficialmente el esmalte maduro de bovino, posee coloración y brillo similar al humano, pero se diferencia de éste por tener mayor cantidad de líneas incrementales, generándole aumento en su rugosidad (69).
- ✓ La conformación estructural de la dentina de bovino es similar a la reportada para humanos. (69)

- ✓ La organización de la dentina madura de bovino se diferencia de la humana, por ausencia de la dentina interglobular, mayor número, disposición más irregular, mayor diámetro, cantidad y recorrido casi rectilíneo de sus túbulos dentinales. (69)
- ✓ Dentro de las capas de dentina estudiadas en incisivos de bovinos, la superficial es la más semejante a la dentina humana en su organización y dimensiones estructurales.(69)
- ✓ El principal componente orgánico de la dentina bovina, observado con microscopía óptica y medio de contraste de Hematoxilina-Eosina, es el colágeno tipo I, el cual se reporta para humanos.(69)
- ✓ El tejido pulpar bovino posee en su conformación histológica, la misma disposición y tipo de estructuras a las reportadas para humanos.(69)
- ✓ La estructura del cemento bovino, difiere únicamente con el de humano, por la mayor cantidad presente en bovinos.(69)
- ✓ En el análisis químico por espectrografía de emisión los componentes inorgánicos para esmalte y dentina, de humanos y bovinos, son los mismos, pero con diferencias en la concentración de elementos tales como el Magnesio, el Plomo, la Plata y el Estroncio en el esmalte y en la dentina la Plata y el Estroncio.(69)
- ✓ La resistencia a la compresión y el módulo elástico promedio calculado en dientes de bovino, difiere significativamente de la media poblacional reportada para dientes humanos.(69)
- ✓ Los dientes incisivos de bovino son homologables para pruebas *in Vitro* de materiales dentales, con algunas limitaciones atribuidas a sus diferencias.(69)

- ✓ Las características presentes en el cemento de bovino, posibilitan su utilización para investigación en diversas disciplinas de la odontología.(69)
- ✓ Por sus características, los incisivos de bovino son una alternativa para realizar estudios sobre superficies planas y extensas.(69)
- ✓ La similitud histológica pulpar entre humanos y bovinos, el mayor tamaño de cámara y conducto, disponibilidad comercial y rapidez adquisitiva de dientes incisivos de bovino, constituyen una posibilidad en el estudio y la práctica real para la endodoncia.(69)
- ✓ Por las características descritas los dientes incisivos de bovino son una posibilidad para la práctica de técnicas en operatoria dental, sobre un sustrato real.(69)

2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuál es el efecto de los desinfectantes cavitarios en la fuerza de adhesión de los sistemas adhesivos a esmalte dental?

2.4 JUSTIFICACIÓN

Viendo la importancia de la aplicación de los desinfectantes cavitarios antes de colocar las restauraciones estéticas definitivas con el fin de asegurar la eliminación de bacterias y así evitar caries secundaria, se decidió realizar este trabajo por encontrar discrepancias en los resultados entre las diferentes investigaciones, los cuales indican que podrían afectar en la fuerza de adhesión de los sistemas adhesivos usados frecuentemente.

El estudio se realizará en esmalte dental por su uniformidad en el sustrato, ya que la dentina tiene una estructura heterogénea que de por si producen variaciones en la fuerza de adhesión según su profundidad. Asimismo es importante conocer la fuerza de adhesión en el esmalte, ya que si no es la adecuada, podría relacionarse con un mal sellado marginal, lo cual produciría filtración bacteriana, posteriormente se presentaría problemas como caries secundaria, sensibilidad post-operatoria, cambios de coloración en diente-restauración.

Por último, en nuestro medio, existen pocos estudios que analicen la utilización de los desinfectantes cavitarios más usados en nuestra práctica clínica, que puedan brindar una mayor información al odontólogo de cual será el futuro de sus restauraciones estéticas realizadas a sus pacientes.

2.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General:

Evaluar la fuerza de adhesión de los sistemas adhesivos a esmalte después de la aplicación de los desinfectantes cavitarios.

Objetivos Específicos:

- ✓ Determinar la fuerza de adhesión del sistema adhesivo de 5^º generación sobre el esmalte dental, sin aplicación de un desinfectante cavitario.
- ✓ Determinar la fuerza de adhesión del sistema adhesivo de 5^º generación sobre el esmalte dental, después de la aplicación de clorhexidina al 2% como desinfectante cavitario.
- ✓ Determinar la fuerza de adhesión del sistema adhesivo de 5^º generación sobre el esmalte dental, después de la aplicación de hipoclorito de sodio al 2.5% como desinfectante cavitario.

2.6 HIPÓTESIS

“Existe variación en la fuerza de adhesión de los sistemas adhesivos en esmalte dental después de la aplicación de los desinfectantes cavitarios”.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Diseño del estudio: el presente estudio in Vitro es de tipo experimental, in Vitro, transversal y comparativo.

Experimental: Porque se aplicó la variable independiente y se analizaron los efectos obtenidos.

Transversal: Porque los datos fueron registrados en un momento determinado, luego de la aplicación de la variable independiente.

Comparativo: Porque los datos fueron comparados en base a la aplicación de la variable independiente

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población: Incisivos centrales inferiores de bovino

3.2.2. Muestra:

Unidad de muestra: Incisivos centrales inferiores de bovino, menores de 5 años, libres de caries.

Unidad de análisis: Especímenes (estructuras de 1 mm x 1 mm de sección y 8 mm de longitud) compuestos por resina compuesta de nanorrelleno el sistema adhesivo en la interfase y el esmalte de bovino en el otro extremo.

Tamaño de la muestra: El tamaño de la muestra será 12 incisivos centrales inferiores de bovino con los cuales se obtendrán 90 especímenes.

Tipo de muestra: No probabilística.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

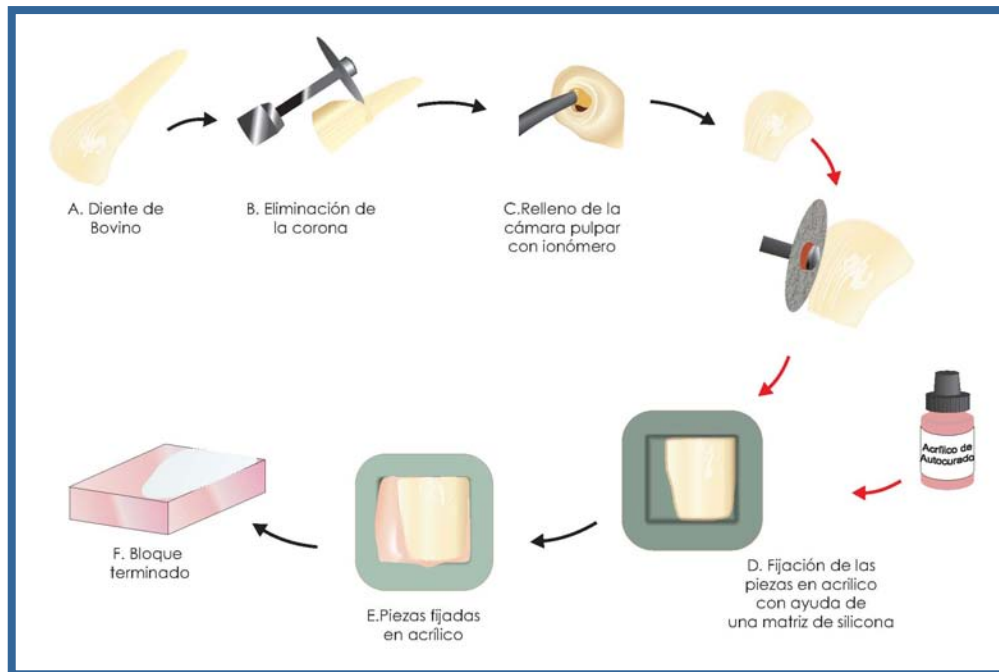
<i>VARIABLE</i>		<i>DEFINICION CONCEPTUAL</i>	<i>INDICADOR</i>	<i>ESCALA</i>	<i>VALOR</i>
Variable Dependiente	Fuerza de adhesión	Toda fuerza que permite mantener dos superficies en íntimo contacto.	MPa	Razón	0.01-50
Variable Independiente	Efecto de los desinfectantes cavitarios	Sustancias químicas utilizadas después de la preparación cavitaria con fin de asegurar la eliminación de bacterias.	Clorhexidina al 2% Hipoclorito de sódio al 2.5%	Nominal Nominal	Afecta No afecta Afecta No afecta

3.4 MATERIAL Y MÉTODOS

3.4.1 PROCEDIMIENTO Y TÉCNICA

3.4.1.1 Preparación de piezas dentarias:

Se obtuvieron 12 incisivos centrales inferiores de bovino, los cuales fueron lavados meticulosamente con agua, y raspados para eliminar restos de tejido blando. Se realizaron cortes a nivel de los cuellos de las piezas dentarias con discos diamantados biactivos, para luego eliminar el contenido de la cámara pulpar con cureta de dentina y lavado con abundante suero fisiológico. Con la cámara pulpar bien limpia y seca se empezará a introducir ionómero de vidrio restaurador. A continuación se procederá a desgastar el esmalte de la cara vestibular aproximadamente 1mm con lija para agua Nº 220, 400, 600 sin llegar a dentina utilizando agua para no sobrecalentar la pieza dentaria hasta obtener una superficie vestibular plana. Con silicona pesada se procederá a realizar el diseño de moldes que contengan en el centro una zona libre con forma de paralelepípedo de 15x15x6 mm. En los moldes se introduce acrílico rosado autopolimerizable y se sumergió la pieza en forma horizontal con la cara vestibular hacia arriba, se debe esperar 5min para que polimerice. Se confeccionaron 12 paralelepípedos. Seguidamente se dividieron en 3 grupos: G1 (para clorhexidina 2%), G2 (para hipoclorito de sodio 2.5%), G3 (para control); para cada grupo tenemos 4 paralelepípedos. Finalmente, fueron almacenados en saliva artificial a 37° C hasta iniciar la preparación de las resinas. (Anexo 1, figuras 1-6)



3.4.1.2 Tratamiento de superficie y preparación de las resinas compuestas de nanopartículas

Sobre las superficies de esmalte preparadas de los paralelepípedos se aplicaron los desinfectantes cavitarios de la siguiente manera:

GRUPO I: aplicación de clorhexidina al 2% con una bolilla de algodón durante 40 seg, lavado con chorro de agua, secado con papel tisú.

GRUPO II: aplicación de hipoclorito de sodio al 2.5% con una bolilla de algodón durante 40 seg, lavado con chorro de agua, secado con papel tisú.

GRUPO III: no recibirá ningún desinfectante (grupo control)

Seguidamente se realizó el grabado ácido con ácido fosfórico al 35% durante 15seg, se realizó el lavado con chorro de agua abundante durante 15" y secar 5 ". Luego se procedió a la aplicación con microbrush del sistema adhesivo Single Bond (3M) friccionando 10seg y fotocurado por 20seg. Con la ayuda de un molde de silicon de forma de rueda con un centro libre de diámetro de 6mm y un alto de 4mm, se colocó la resina de nanorelleno Filtek Z350 (3M) en la superficie de la estructura dentaria mediante le técnica incremental. Por último, las piezas dentarias restauradas se almacenaron en saliva artificial a 37° C hasta realizar los cortes milimétricos después de 24h. (Anexo 2, figuras 1-7)

De acuerdo a la ISO (International Organization for Standardization) existen tres tipos de periodos de almacenamiento para realizar la prueba de resistencia a la tracción (microtensión). El tipo 1 es el periodo corto de prueba después de 24 H en agua y a 37°C, tiempo suficiente para discriminar entre aquellos materiales que no resisten un ambiente húmedo. El tipo 2 es el test de termociclado comprende 500 ciclos en agua entre 5°C y 55°C iniciando pasadas 20 a 24 horas de almacenamiento en agua a 37°C. La exposición a cada baño debe ser por lo menos 20 seg., y los periodos entre baño y baño debe ser de 5 a 10seg. El tipo 3 es el periodo largo de prueba después de 6 meses de almacenamiento en agua a 37°C.

Para el presente trabajo se realizó la preparación de la resina del 1º grupo un día y se almacenaron en saliva artificial a

37° C durante 24 H. Al día siguiente se realizaron los cortes milimétricos y luego la prueba de microtensión. El día que se realizó la prueba se procedió a realizar la resina del otro grupo y así sucesivamente.

3.4.1.3 Cortes milimétricos

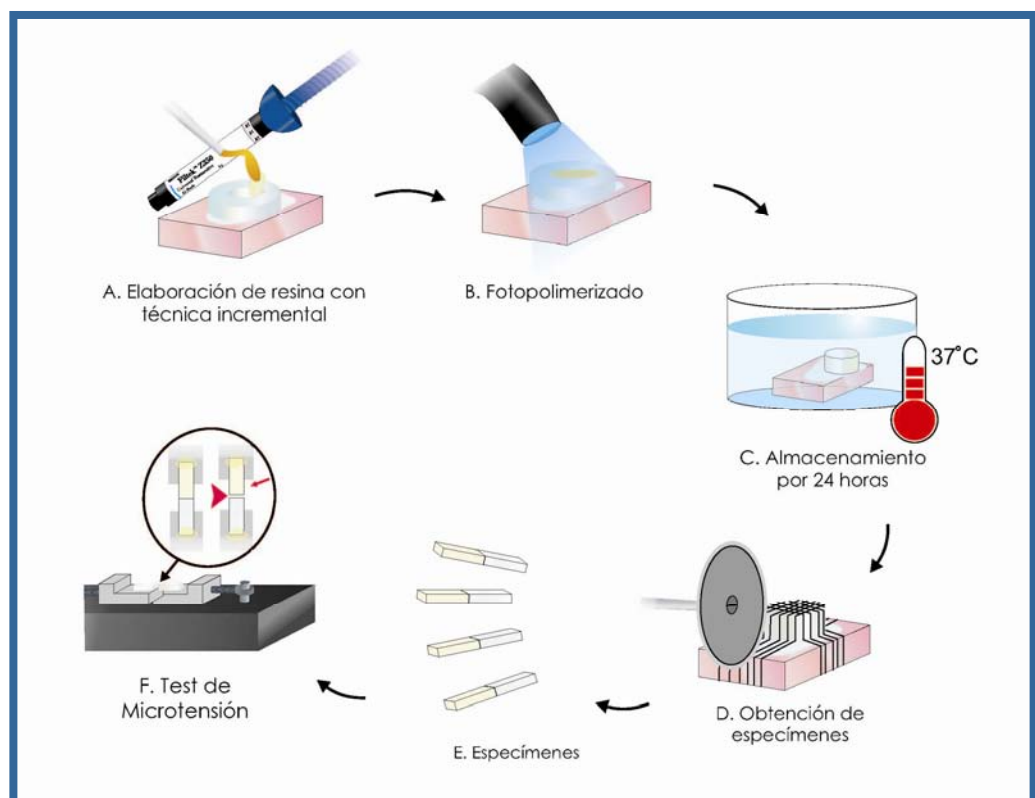
Para realizar los cortes milimétricos se utilizó una máquina semejante a la máquina de cortes ISOMET, la cual tiene una pieza de mano de baja velocidad con un porta espécimen (donde se coloca el diente con la resina compuesta de nanorelleno), un juego de arandelas de 1 mm de espesor en las cuales se gradúa el espesor que se requiere el corte, el disco diamantado biactivo que se coloca en la pieza de mano de baja velocidad, conforme se realizaron los cortes se irrigó con agua destilada para evitar alteraciones.

Se colocó el diente con la resina compuesta de nanorelleno en el porta espécimen mirando hacia el disco, se realizaron los cortes graduados para obtener especímenes de 1mmx1mmx8mm; los cuales contenían en un extremo la resina compuesta de nanorelleno, en el centro la interfase adhesiva y en el otro extremo esmalte y dentina. (Anexo 3)

3.4.1.4 Prueba de microtensión

Para la siguiente prueba se utilizó un microtensiómetro Microtensile tester (BISCO). Se colocó una gota del agente

adhesivo especial y un acelerador ZAPIT BASE en ambos bloques de la superficie de prueba de la máquina. Seguidamente, con la utilización de una pinza para algodón el espécimen fue retirado del depósito de saliva artificial, secado con papel tisú para inmediatamente ser colocado en la superficie de prueba de tal manera que la interfase adhesiva quedó en la parte media. Posicionado el espécimen se procedió a encender la máquina y medir la fuerza de adhesión a una velocidad de 0.5 mm/min. Cuando se produjo la fractura, la tracción que ejercía la máquina se detuvo y se registro las medidas obtenidas.



3.4.2 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El procesamiento de los resultados se realizó con el programa SPSS 15.0. Para determinar si existe diferencias significativas entre los grupos recurrimos al análisis de varianza ANOVA; además aplicamos la prueba de contraste múltiple para identificar grupos homogéneos tales como la prueba de Tukey. El nivel de significancia estadística que se empleó es del 5% (P valor = 0.05)

IV. RESULTADOS

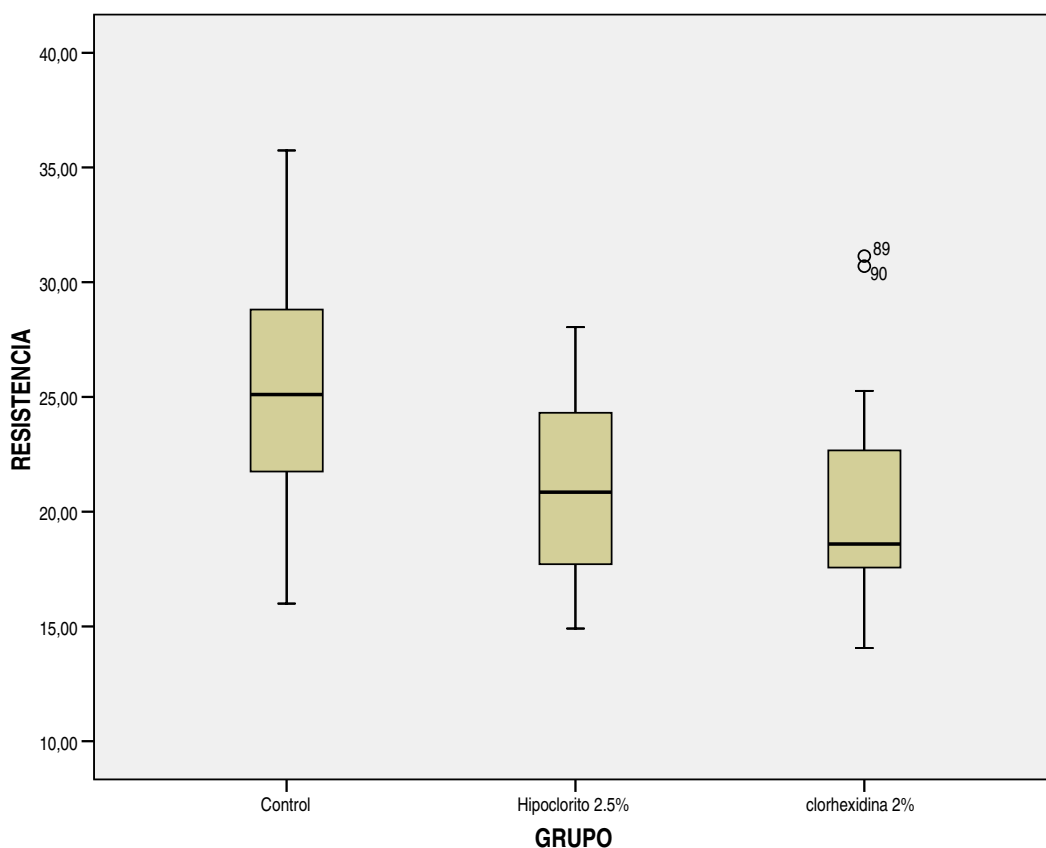
Para el procesamiento de los datos obtenidos en el presente estudio se utilizó el programa de análisis estadístico SPSS15.

CUADRO N° 1: muestra la distribución de las fuerzas de adhesión para los tres grupos del estudio con 30 especímenes en cada grupo. Se encontró que el grupo control obtuvo una fuerza de adhesión de 25.44 ± 5.429 MPa siendo mayor que el valor obtenido por el grupo del hipoclorito al 2.5% quien muestra una fuerza de adhesión de 20.78 ± 3.809 MPa. Siendo el grupo de la clorhexidina al 2% quien obtuvo el menor valor de fuerza de adhesión en comparación con los dos grupos anteriores con 19.99 ± 4.335 MPa.

Cuadro N°1. Fuerza de Adhesión para el grupo control y los grupos experimentales obtenidos en el test de microtensión.

Tratamiento	N	Media (MPa)	Desviación Standard
Control	30	25.443	5.429
Hipoclorito 2.5%	30	20.785	3.809
Clorhexidina 2%	30	19.990	4.335

Gráfico N 1. Diagrama de Fuerza de adhesión (MPa) para los grupos de desinfectantes y grupo control. *La media es indicada por el línea central y la desviación estándar indicada por las líneas periféricas.*



El gráfico nos muestra que la mayor fuerza de adhesión se encuentra en el grupo control con un valor de 25.44 MPa, seguido del grupo de hipoclorito de sodio 2.5% con un valor de fuerza de adhesión de 20.78 MPa, y el grupo de la clorhexidina al 2% con un valor de 19.99 MPa quien obtuvo el menor valor de los tres grupos de investigación.

CUADRO N°2. Usando una prueba estadística paramétrica ANOVA, hallamos que existe al menos un grupo que tiene fuerza de adhesión diferente a los demás grupos. Las pruebas de contrastes múltiples nos permite identificar cual es el grupo con fuerza de adhesión diferente a los demás grupos, para eso se utilizó la prueba de Tukey que indicó que el grupo control presenta diferencia estadísticamente significativa presentando un mayor valor de adhesión en comparación con los grupos de soluciones desinfectantes (P valor > 0.05). Sin embargo, entre los grupos desinfectantes no se evidencia diferencia estadísticamente significativa (P valor > 0.05), presentando valores de adhesión similares.

Prueba de contraste	(I) GRUPO	(J) GRUPO	P valor
<i>HSD de Tukey</i>	Control	Hipoclorito 2.5%	0.00047
		Clorhexidina 2%	0.00004

V. DISCUSIÓN

Una solución desinfectante puede ser muy útil después de la preparación cavitaria. La eficacia de aquellas soluciones desinfectantes han sido reportadas en una serie de estudios (6,8,53,59,61,65). Se ha demostrado en investigaciones (5,6,7,8,12,13) que tratamientos de superficie pueden causar una disminución en la adhesión de los materiales resinosos; la literatura muestra que asociación de la aplicación de los desinfectantes cavitarios y los valores de fuerza de adhesión son aspecto polémico.

En el presente estudio, fueron encontradas diferencias significativas entre el grupo control y los grupos experimentales donde el esmalte fue tratado con diferentes soluciones desinfectantes: hipoclorito de sodio 2.5% y clorehexidina 2%, antes del grabado ácido y la aplicación del sistema adhesivo. Sin embargo, Perdigao y col (1994) no encontraron ninguna disminución en la fuerza de adhesión en dentina cuando aplicaron digluconato de clorhexidina 2% después de usar una técnica de grabado total (19). En nuestro estudio se utilizó un sistema adhesivo de 5^º generación, mientras que Perdigao utilizó un sistema de 4^º generación, el cual podría ser la razón de las diferencias observadas en nuestro estudio con respecto al de Perdigao.

Otras investigaciones concuerdan con lo hallado por Perdigao tales como Filler y col (1994), Bocangel y col (2000) quienes utilizaron desinfectantes cavitarios hipoclorito de sodio al 2,5%, clorhexidina al 2% antes del grabado ácido y la aplicación de un sistema adhesivo de 4^º generación, Alves de

Castro y col (2003), Say y col (2004) y Pereira y col (2005), ellos no observaron cambios en la fuerza de adhesión de las resinas hacia la estructura dentaria, sin embargo, sugieren que si los desinfectantes cavitarios pudieron ocasionar cambios en las estructuras física o química de la superficie, es posible que el grabado ácido haya anulado algún efecto de aquellas soluciones sobre la superficie dentaria. (6,14,17,20). En nuestra investigación el grabado se realizó después de la aplicación de los desinfectantes, aunque nuestros resultados muestran una disminución en los valores de adhesión.

Cao y col (1995) mostraron que los desinfectantes cavitarios disminuyeron la fuerza de adhesión de los sistemas adhesivos usados; aunque cabe resaltar que el grado de disminución fue relacionado a la marca del adhesivo y del desinfectante (17). Resultados similares fueron hallados por Meiers y Shook (1996), cuando aplicaron desinfectantes cavitarios en un sistema adhesivo de autograbado (2), y Nascimento (2005) (13), igualmente, Gurgan y col (1999) demostraron que la aplicación de clorhexidina, como desinfectante cavitario, antes y después del grabado ácido disminuyó significativamente la fuerza de adhesión de un sistema adhesivo de cuarta generación (18), se atribuyen los resultados a la inhibición de la capacidad de la resina hidrofílica, que producen los desinfectantes, para impregnarse a la superficie dentaria según indica un estudio realizado por Meiers y Kresin (1996) por medio de una examinación microscópica-electrónica de escaneo el cual reveló que los desinfectantes cavitarios aplicados a la superficie dentinaria fueron resistentes al acondicionamiento ácido, produciendo dicha

inhibición en la capacidad de la resina hidrofílica, como se comprobó en nuestra investigación (6,45).

Morris y col (2001) mencionan que algunos sistemas adhesivos son afectados adversamente por un tratamiento previo de la superficie con una solución de hipoclorito, entre ellos se encuentra Single Bond (3M), esto se puede corroborar en el presente trabajo (71)

Breschi y col (2007) revelaron que después de 270 días, las superficies lavadas con clorhexidina 0,2% antes del grabado ácido, no mostraron ninguna disminución en la fuerza de adhesión en comparación con el grupo control en el cual se observó una disminución del 59% en sus valores de adhesión. Se dice que la clorhexidina puede inhibir un factor endógeno que produce el deterioro de la interfase adhesiva (9). En esta investigación se evaluó la fuerza de adhesión 24 horas después de la preparación de los especímenes encontrándose una disminución en los valores de adhesión en los grupos experimentales con respecto al grupo control.

La discrepancia de resultados puede estar en parte relacionada a las limitaciones de los tests comúnmente aplicados para evaluar la interfase adhesiva (17). En 1994, Sano y col introdujeron el test de Fuerza de adhesión microtensional. Este test exhibe como una de sus peculiaridades, los valores de fuerza de adhesión más altos en comparación con los obtenidos por otros tests (67) debido a que este usa un área de adhesión más pequeña (0.5mm² a 1.0mm²). De acuerdo con Pashey y col , el test de microtensión presenta diversas ventajas en comparación con otros, por ejemplo permite un mayor número de fallas adhesivas, la medida de fuerza de adhesión regional, la obtención de valores en un único diente y la prueba de áreas muy

pequeñas(17). En nuestra investigación no se pudo realizar una comparación directa con otros estudios debido a las diferencias que existen tanto en el método de prueba como en el tamaño del área adhesiva a evaluar. Utilizamos la prueba de fuerza microtensional con especímenes de áreas adhesivas transversales entre 0.8 y 1mm².

El momento de aplicación de los desinfectantes parece ser otro factor a considerarse. Bocangel y algunos clínicos prefieren aplicar el desinfectante después de la preparación cavitaria y antes del grabado ácido, mientras que otros prefieren aplicarlo después del grabado. Gurgan y otros clínicos optan por lavar el desinfectante antes de los procedimientos adhesivos y otros no; sin embargo, no se conoce algún consenso en la literatura que pueda apoyar la colocación de los desinfectantes cavitarios antes o después de acondicionamiento/imprimante del diente en relación a la eficacia antibacteriana (6, 18). En nuestro trabajo la aplicación de los desinfectantes fue previa al grabado ácido, además, los desinfectantes fueron retirados de la superficie adamantina con chorro de agua.

Esta investigación mostró la disminución en los valores de la fuerza de adhesión en los grupos de los desinfectantes, sin embargo estos valores para el sustrato de esmalte se encuentran en un nivel aceptable de adhesión (20 MPa) que es suficiente para resistir la fuerza de contracción que acompaña a la polimerización de las resinas compuestas, según la literatura dental.

Se ha de mencionar que en nuestra investigación se utilizó una solución desinfectante cavitario de digluconato de clorhexidina al 2% (FGM),

además de contener otras sustancias como surfactantes y agua desionizada. En comparación con otros trabajos que utilizaron una solución desinfectante cavitario de digluconato de clorhexidina al 2% que no contiene surfactantes (Concepsis-Ultradent), quienes no encontraron disminución en los valores de fuerza de adhesión, podríamos pensar que una posible causa para el efecto negativo del desinfectante cavitario usado en nuestro trabajo estaría en el componente surfactante.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ El grupo control obtuvo una fuerza de adhesión de 25.44 MPa en comparación con el grupo del desinfectante de clorhexidina al 2% que obtuvo una fuerza de adhesión de 19.99 MPa.
- ✓ El grupo control obtuvo una fuerza de adhesión de 25.44 MPa en comparación con el grupo del desinfectante de hipoclorito de sodio al 2.5% que obtuvo una fuerza de adhesión de 20.78 MPa.
- ✓ No se observaron diferencias significativas entre los valores de fuerza de adhesión de los grupos experimentales (desinfectantes cavitarios).
- ✓ Bajo las condiciones experimentales de este estudio, se determinó que la aplicación de los desinfectantes cavitarios: clorhexidina 2% e Hipoclorito de sodio 2.5%, antes del grabado ácido disminuyó los valores en la fuerza de adhesión al esmalte dental en comparación al grupo que no recibió ningún tratamiento de desinfección cavitaria ($P < 0.005$).

VII. RECOMENDACIONES

- Se debe tener en consideración el tipo de sistema adhesivo que se va a utilizar para que los desinfectantes cavitarios sean usados de manera segura antes de la colocación de las resinas compuestas.
- Estudios posteriores a largo plazo deben realizarse para que evalúen la estabilidad de las resinas compuestas que tuvieron como tratamiento previo un procedimiento de desinfección cavitaria.
- Considerar el aumento del tiempo de lavado del desinfectante para asegurar la eliminación de cualquier residuo que permaneciera en la preparación cavitaria.
- Tener en cuenta la biocompatibilidad del desinfectante con la pulpa dental, en cavidades profundas, para evitar posterior irritación e inflamación.
- Estudios in vivo deben realizarse para observar el comportamiento de las resinas con las sustancias desinfectantes bajo las condiciones que ofrece la cavidad oral.
- Estudios posteriores deben realizarse entre las diferentes marcas de desinfectantes cavitarios, para observar el comportamiento de los componentes adicionales que contengan los frascos de desinfectantes (surfactantes), ya que estos podrían ser la causa de la disminución en los valores de adhesión.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dos desinfectantes cavitarios, clorhexidina al 2% e hipoclorito de sodio al 2.5% solución, sobre la fuerza de adhesión microtensional de un sistema adhesivo al esmalte. Materiales y métodos: 12 incisivos inferiores de bovino libres de caries fueron seleccionados. Las piezas dentarias fueron sumergidas en resina acrílica dejando expuesta la superficie vestibular plana y pulida. Los dientes fueron divididos aleatoriamente en tres grupos y tratados de la siguiente manera: Grupo 1- clorhexidina al 2% por 40seg, lavado y secado; Grupo 2- hipoclorito de sodio al 2.5% por 40 seg, lavado y secado; y Grupo 3-control (sin tratamiento de desinfección cavitaria). Seguidamente, se realizó, para todos los grupos, el acondicionamiento ácido a las superficies utilizando ácido fosfórico al 35%, lavado y secado, Adper Single Bond 2(3MESPE) fue aplicado en dos capas consecutivas, secadas con aire y fotopolimeriza por 20seg.. Después de esto, se confeccionó la restauración de resina compuesta (Z350-3MSPE) con ayuda de un molde de silicona con un diámetro de 6mm y 4mm de altura. Los dientes fueron almacenados en saliva artificial a 37°C por 24 horas. Con una maquina de corte se obtuvo los especímenes de $1.0 \pm 0.1\text{mm}^2$ de área transversal. Los especímenes fueron sometidos a fuerzas tensionales a una velocidad de 0.5mm/min. Los resultados de la fuerzas de adhesión fueron evaluados usando ANOVA ($p < 0.05$). Resultados: se halló diferencia estadísticamente significativa entre los valores de fuerza de adhesión del grupo control en comparación con los grupos de los desinfectantes. Conclusión: Las soluciones de clorhexidina al 2% e hipoclorito de sodio al 2,5% como desinfectantes cavitarios disminuyeron la fuerza de adhesión de la resina compuesta hacia el esmalte.

Palabras claves: desinfectantes cavitarios, clorhexidina, hipoclorito de sodio, microtensión.

SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate the effect of two cavitory disinfectants, 2% chlorhexidine and 2.5% sodium hypochlorite solution, on the microtensile bond strength of an enamel bond system. Materials and methods: 12 sound bovine lower incisors were selected. The teeth were mounted in cold-cure acrylic keeping expose the flat and polished buccal enamel surface. All were randomly divide in three groups and treated as follows: Group 1 - 2% chlorhexidine for 40 seconds, rinsed and dried; group 2 – 2.5% NaOCl for 40 seconds, rinsed and dried; and group 3 – control (without disinfectant solution). Following, all teeth were etching with 35% phosphoric acid, rinsed and dried. The Adper Single Bond 2 (3MESPE) was applied in two layers dried with air and light cure for 20 seconds. After that, the composite resin restoration was built (Z350 – 3MESPE), using a silicone mold of 6mm diameter and 4mm height. The teeth were stored in artificial saliva at 37°C for 24h. using a machine we got the specimens with $1.0 \pm 0.1\text{mm}^2$ of cross-sectional area and stressed in tension at 0.5 mm/min cross-head speed. Bond strength results were evaluated with ANOVA test ($p < 0.05$). Results: statistically significant differences of bond strength values were found between the control group and the others groups (treated with disinfectants). Conclusion: the 2% chlorhexidine and 2.5% NaOCl solutions, using like cavity disinfectant, adversely affect the microtensile bond strength of composite resin to the enamel.

Key words: cavity disinfectants, chlorhexidine, sodium hypochlorite, microtensile bond strength.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rodríguez RJ. Adhesión en odontología contemporánea I. (en Internet). 2003. Se encuentra en el portal URL:<http://www.odontologia-online.com/casos/part/RA/RA01/ra01.html>. [Consultado el 26 de junio del 2007].
2. Meiers J, Shook L. Effect of disinfectants on the bond strength of composite to dentin. American Journal of Dentistry. 1996; 9 (1):11-4
3. Besic FC. The fate of bacteria sealed in dental cavities. J Dent Res. 1943; 22: 349- 354.
4. Anderson MH, Charbeneau GT. A comparison of digital and optical criteria for detecting carious dentin. J Prosthet Dent. 1985; 53: 643-646.
5. Boston DW, Graver HT. Histological study an of acid red caries-disclosing Dye. Oper Dent. 1989; 14: 186-192.
6. Bocangel JS, Kraul AO, Vargas AG, Demarco FF, Matson E. Influence of disinfectant solutions on the tensile bond strength of a fourth generation dentin bonding agent. Pesq Odont Bras. 2000; 14(2): 107-111.
7. Demarco y col. Influence of bleaching on dentin bond strength. Am J Dent. 1998; 11(2): 78-82.
8. Fure S, Emilson C. Effect of chlrohexidine gel treatment supplemented with chlrohexidine varnish and resino n Mutans Streptococci and Actinomyces on root surfaces. Caries Res. 1990; 24(4): 242-247.
9. Breschi L, Cammelli F, Visintini E, Mazzoni A, Carrilho M, Tay F, et al. Chlorhexidine affects long-term microtensile bond strength for etch-and-rinse adhesives. Seq #105 - Bond Strength of Composites to Enamel and Dentin-Degradtion. Convention Center Exhibit Hall. March. 2007[Äbstract].

10. Candan U, Ersin N, Aykut A, Eronat C. Effect of 2% chlorhexidine on Bond Strength of Tooth-Coloured Restorations. Seq #7 - A. Dental Materials Poster Session I. September 2006 [Abstract].
11. Portela JC, Watanabe LG, Ho SP, Marshall GW, Marshall SJ. Effects of chlorhexidine on bond strength to caries affected dentin. Seq #157 – Surface Treatment. and Bond Strength. March 2006 [Abstract].
12. Armas A. Efeito de tratamentos de limpeza na resistencia adhesiva de sistemas autocondicionantes ao esmalte dental integro e em contato com saliva humana. [Tese apresentada para obter o titulo de Doctor em Odontología]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2005.
13. Nascimento J. Influencia de irrigantes endodonticos na resistencia de união de um adesivo autocondicionante a dentina da camara pulpar. [Mestre em Clinica Odontologica]. Piracicaba : Universidade Estadual de Campinas ; 2005.
14. Pereira A, Biscuola K, Mayumi A, Agueda E, Corte Real R. Influencia da limpeza cavitária a forza de uniao de sistemas adesivos á dentina após remocao do tecido cariado com Carisolv. Odontologia. Clín.- Científ. Recife. 2005; 4 (1): 29-34.
15. Say EC, Koray F, Tarim B, Soyman M, Gülmez T. In Vitro effect of cavity disinfectans on the bond strength of dentin bonding systems. Quintessence Int. 2004; 35(1):56-60.
16. Pappas M. Influence of a 3-step tooth disinfection procedure on dentin bond strength. [Master's Thesis Prosthodontics] Virginia: Commonwealth University; 2004
17. De Castro FL, De Andrade MF, Duarte SL, Vaz LG, Ahid FJ. Effect of 2% chlorhexidine on microtensile bond strength of composite to dentin. J Adhes Dent. 2003; 5 (2): 129-138.
18. Gurgan S, Bolay S, Kiremitci A. Effect of disinfectant application methods on the bond strength of composite to dentin. J Oral Rehabil. 1999 Oct; 26(10): 836-40.
19. Perdigao J. Effects of chlorhexidine on dentin surfaces and shear bond strength. Am J Dent. 1994; 7 (2): 81-84.

20. Filler SJ, Lazarchik DA, Givan DA, Retief DH, Heaven TJ. Shear bond strength of composite to chlorhexidine-treated enamel. *Am J Dent.* 1994; 7 (2): 85-88.
21. Barrancos M. *Operatoria Dental.* Argentina: Editorial Médica Panamericana; Tercera Edición 1999.
22. Craig R, O'Brien. *Materiales Dentales: Propiedades y manipulación.* España: Editorial Mosby; 1996
23. Cevallos G. Efectos de la clorhexidina al 2% sobre la microfiltración en restauraciones clase II con sistemas adhesivos monofrascos. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Lima: UPCH; 2003.
24. Van Meerbeek B, Braem M, Vanherle G. Morphological characterization of the interface between resin and sclerotic dentin. *Journal of Dentistry.* 1994; 22 (3): 141 – 146. [Abstract]
25. Abate P. Efecto de Ácidos sobre Esmalte y Dentina: Estudio con MEB. *Rev. Asoc. Odontol.* 1998; 86(3): 198-201
26. Craig R. *Materiales de odontología restauradora.* España: Editorial Harcourt Brace; 1998.
27. Van Meerbeek B, Perdigão J & Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *Journal of Dentistry.* 1998; 26 (1): 1 – 20. [Abstract]
28. Schwartz R, Summitt J, Robbins J. *Fundamentos en Odontología Operatoria un logro contemporáneo.* Buenos Aires: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica; Primera edición 1999.
29. Bianchi J, Rodrigues F, Leonardo E, Santos J. Resistencia adhesiva de resinas compuestas a dentina. *Rev. Odontol.* 1999; 13 (1): 1-3.
30. Jacques P, Hebling J. Effect of dentin conditioners on the microtensile bond strength of a conventional and a self-etching primer adhesive system. *Dent Mater.* 2005; 21(2):103-9.[Abstract]
31. Steenbecker O. *Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva.* Valparaíso: Universidad de Valparaíso Editorial; 2006.
32. Foxton R., Nakajima M, Tagami J, Miura H. Adhesión to root canal dentine using one and two-step adhesives with dual-cure composites core materials. *Journal of oral rehabilitation.* 2005; 32: 97-104

33. Abreu R. Restauraciones adhesivas directas en dientes posteriores. (en Internet). 2002. Se encuentra en el portal URL:http://www.odontología_online.com [Consultado el 28 de octubre del 2004].
34. Nima G. Fuerza de adhesión in Vitro de cinco sistemas adhesivos y un cemento autograbador-autoadhesivo sobre la dentina del canal radicular y coronal superficial. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Lima: UNMSM; 2006.
35. Bertoldi A. Odontología Restauradora y Salud Pulpar. (en Internet). 2001 Se encuentra en el portal URL:<http://www.red-dental.com/ot003101.htm> [Consultado el 28 de septiembre del 2004].
36. Llena M, Corner L. Relación de la permeabilidad dentinaria con los nuevos sistemas adhesivos de adhesión dentinaria. Act. Odontológica venezolana. 1997; 2(9):1-3
37. Ari H, Yasar E, Belli S. Effects of NaOCl on bond strengths of resin cements to root canal dentin. J Endod. 2003; 29(4):248-51. [Abstract]
38. Cabral J, Cabral R, Zaya L. Grabado dentinario: ¿procedimiento riesgoso? Rev. Asoc. Odontol. Argent. 1995; 83 (3):184-91.
39. Sadek F, Tavares A, Cardoso P. Efeito do armazenamento de adhesivos de frasco único sobre a resistencia de uniao a dentina. Cienc. Odontol. Bras. 2003; 6(2) 29-34.
40. Burgueño J. Operatoria dental. Grabado total: una técnica discutida. Rev. Circ. Odontol. Ros. 1998; 64(1):27-31.
41. Karl-Johan M. Sensibilidad de la técnica de unión a la dentina. Journal de Clínica en Odontología. 1999/2000; 15(2):22-28
42. Vargas O. Sistemas contemporáneos de adhesión en odontología. (en Internet). 2005. Se encuentra en portal URL:<http://www.encolombia.com/scodb2-adhesión8.htm> [consultado 25 de enero de 2005]
43. Farah J. Dentin Bonding Agents. The Dental Advisor. 1995; 12(2):2-5 .[Abstract]
44. Walshaw P. Consideraciones clínicas sobre adhesión dentinaria óptima. Quintessence. 1997; 10(7):421-428.

45. Macchi RL. Materiales dentales. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; Tercera Edición 2000.
46. Baratieri LN. Restauraciones estéticas con resinas compuestas en dientes posteriores. Sao Paulo: Artes Médicas; 2001.
47. Uribe J. Operatoria dental: ciencia y práctica. Madrid: Ediciones Avances Medico-Dentales; 1990.
48. Miyashita E. Odontología estética: el estado del arte. Sao Paulo: Artes Médicas; 2005.
49. Henostroza G. Adhesión en odontología restauradora. Brasil: Editora Maio; 2003.
50. Rumphorst A. Examen de la formulación de un nuevo adhesivo monocomponente. Signatura International. 1999; 4(2):1-3.
51. Vargas M. Capacidad de adhesión dentina-resina y estudio de la ultraestructura interfacial con y sin capa híbrida. Journal de Clínica en Odontología. 1998/1999; 14(6):43-52. [Abstract]
52. 3M Dental Products. Perfil técnico del sistema adhesivo Adper Single Bond 2. (en Internet). 1997. Se encuentra el portal URL:<http://multimedia.mmm.com/mws/mediawebserver.dyn?6666660Zjcf6lVs6EVs66SHodCOrrrrQ-> [Consultado el 25 de octubre del 2007]
53. Miller MB. Cavity Cleaners/Disinfectants. REALITY Publishing Co. 1999;13:74-7. [Abstract]
54. Perdigao J. Adhesivos dentales: Últimos avances. (en Internet). 1998. Se encuentra en portal URL:<http://www.dentsply-iberia.com/Noticias/clinica1N8.htm> [Consultado el 20 de junio del 2005]
55. 3M Dental Products. Perfil técnico de la resina de nanopartículas Filtek Z350. (en Internet). 2005. Se encuentra en portal URL:<http://multimedia.mmm.com/mws/mediawebserver.dyn?6666660Zjcf6lVs6EVs66S3lZCOrrrrQ-> [Consultado el 18 de octubre del 2007]
56. Cunningham M, Meiers J. Efecto de los desinfectantes dentinarios en la fuerza de adhesión de los ionómeros de vidrio de resina modificada. Quintessence. 1998;11(4): 213-219

57. López V. Effect 2.0% clorhexidine with adhesive systems: Microleakage study. J Dent Res. 2000; 79: 536. [Abstract]
58. Bascones A. Clorhexidina en odontoestomatología: conceptos actuales y revisión de la literatura. Avances en odontoestomatología. 1994; 10: 685-708
59. Villarroel L. Geles y Barnices de Clorhexidina. (en Internet). 2007. Se encuentra en portal URL:<http://www.odontologia-online.com/estudiantes/trabajos/lv/lv06/lv06.html> [Consultado el 29 de diciembre del 2007]
60. Passetti A. Análisis de resinas compuestas en el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB). Journal de Clínica en odontología. 1999; 4: 53-58
61. Turkun M, Ozata F, Uzer E, Ates M. Antimicrobial substantivity of cavity disinfectants. General Dentistry. 2004 Sep; 182-186
62. Meiers J, Kresin J. Cavity disinfectants and dentin bonding. Oper-Dent. 1996; 21(4):153-9. (Abstract).
63. Borin G, Niederauer A, Motcy E. A história do hipoclorito do sódio e a sua importância como substancia auxiliar no preparo químico mecânico de canais radiculares. Revista de Endodontia Pesquisa e Ensino On Line. 2007; Ano 3 Nº5: 1-5.
64. Balandrano F. Soluciones para irrigación en endodoncia: hipoclorito de sódio y gluconato de clorhexidina. Revista Científica Odontológica CCDCR. 2007; Vol.3 (1): 11-14.
65. Sassone LM. Y col. Antimicrobial Activity of Different Concentrations of NaOCl and Chlorhexidine Using a Contact Test. Braz Dent J. 2003; 14(2): 99-1
66. Carrilho M; Reis A; Loguercio A; Rodrigues L. Resistência de união à dentina de quatro sistemas adesivos. Pesqui. odontol. Brás. 2002; 16 (3):251-6.
67. Pimentel F; Perlatti P; Suga R; Marins de Carvalho R. Testes mecânicos para a avaliação Laboratorial da união resina/dentina. Rev. Fac. Odontol Bauru. 2002; 10(3):118-27

68. Bianchi J; Rodrigues F, Leonardo E; Santos J. Resistencia adhesiva de resinas compostas á dentina. Rev. Odontol. Univ. Sao Paulo. 1999; 13 (1): 1-3
69. Puentes H., Rincón L. Caracterización química y mecánica parcial de dientes incisivos de bovino como posible modelo de estudio de materiales dentales. Rev. Fed Odnt Colomb. 2004; 20: 9-19.
70. Posada M. y col. Dientes de bovino como sustitutos de dientes humanos para su uso en la odontología. Revisión de literatura. Revista CES Odontología. 2006; 19 (1): 63-68.
71. Morris MD, Lee KW, Agee AK, Bouillaguet S, Pashley DH. Effects of Sodium Hypochlorite and RC-Prep on bond Strengths on resin cement to endodontic surfaces. Journal of Endodontic. 2001; 27 (12): 753-57.
72. Dental Technology: adhesive dentistry and the clinical assistant. (en Internet). 2006. Se encuentra en portal URL:http://goliath.ecnext.com/coms2/gi_0199-5969244/Dental-technology-adhesive-dentistry-and.html. [Consultado el 2 de enero 2008]
73. ISO/TS 11405: Dental Materials- Testing of adhesion to tooth structure. 2003.

ANEXOS

ANEXO 1.- PREPARACIÓN DE LA PIEZA DENTARIA



Figura 1.- corona pieza dentaria



Figura 2.- ionómero cámara pulpar



Figura 3.- corte incisal y lateral



Figura 4.- diente fijado molde silicona

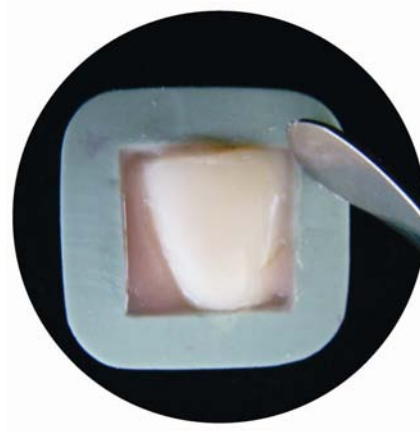


Figura 5.- agregandoacrílico autocurado

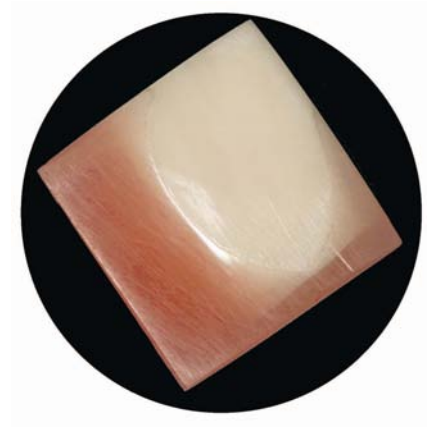


Figura 6.- diente fijado enacrílico

ANEXO 2.- TRATAMIENTO DE SUPERFICIE Y PREPACIÓN DE LA RESINA



Figura 1.- aplicación desinfectante
(lavado y secado)



Figura 2.- grabado ácido



Figura 3.- aplicación adhesivo



Figura 4.- fotopolimerizado



Figura 5.- fabricación de resina



Figura 6.- fotopolimerizado



Figura 7.- resina confeccionada

ANEXO 3.- OBTENCIÓN DEL ESPECIMEN



Figura 1.- especimenes

ANEXO 4.- FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Especimen	Área			Tensión (Newton)	Fuerza de resistencia a la microtracción (Mpa)
	ancho	espesor	Total		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					